BIOMASSAS COM POTENCIAL ENERGÉTICO PARA BRIQUETAGEM: COMPARATIVO NA DENSIDADE

ANTONIA MABRYSA TORRES GADELHA[1], DEYVISON SOUZA RODRIGUES[2], ISABELA C. A. ALEXANDRINO[3], JULIANA TÓFANO DE CAMPOS LEITE TONELI[4], GRAZIELLA COLATO ANTONIO[5]

[1]Doutoranda, ProPG em Energia, UFABC, Santo André-SP, mabrysa.grintequi@gmail.com;
[2]Doutoranda, Programa de Pós-graduação em Energia, UFABC, Santo André-SP, rdeyvison@yahoo.com.br;
[3]Granduanda em Engenharia de Energia, UFABC, Santo André-SP, isabela_alexandrino@hotmail.com;
[4]Drª em Engenharia de Alimentos, Prof. Adj. CECS, UFABC, Santo André-SP, juliana.toneli@ufabc.edu.br;
[5]Drª em Engenharia de Alimentos, Prof. Adj. CECS, UFABC, Santo André-SP, graziella.colato@ufabc.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Briquetagem é uma técnica de compactação de matérias-primas normalmente descartadas, que eleva a densidade de um material e gera um produto de alta qualidade. O objetivo desse trabalho é verificar o potencial para compactação e ganho energético dos resíduos agroindustriais: Casca de Amendoim (CA), Casca de Castanha de Caju (CCC) e Casca de Coco Babaçu (CCB), analisando a densidade a granel e densidade energética. As biomassas tiveram resultados de densidade diferença, o que ocorreu pelas condições de processamento. Inicialmente para verificar o preenchimento dos espaços vazios e determinar a densidade a granel. A CA apresentou alto poder calorífico inferior (PCI) (MJ/kg), mas a menor densidade a granel e consequentemente menor densidade energética, porém apresenta potencial para compactação se houver um processo de pré-tratamento (trituração). A CCC e CCB apresentaram valor próximos de densidade e PCI, porém a CCB apresentou resultados melhores de densidade, um dos fatores que pode explicar é a maior homogeneidade das partículas da CCB. As três biomassas apresentaram-se com potencial energético e de aplicação na técnica de briquetagem, onde os valores de densidade energética podem ser ainda maiores. Pela vertente energética, é muito vantajoso, pois terá uma maior quantidade de massa em um volume menor, e, portanto, mais energia por volume, além de um produto uniforme e consequente de fácil manuseio e transporte.
PALAVRAS-CHAVE: Briquetagem, Biomassas, Densidade, Potencial Energético.

BIOMASS WITH ENERGY POTENTIAL FOR BRIQUETTING: COMPARATIVE IN DENSITY

ABSTRACT: Briquetting is a technique of compacting raw materials normally discarded, which increases the density of a material and generates a high quality product. The objective of this work is to verify the potential for compaction and energy gain of agro-industrial waste: Peanut Shell (PS), Cashew Nut Shell (CNS) and Babassu Coconut Shell (BCS), analyzing bulk density and energy density. The biomasses had results of difference density, what happened for the processing conditions. Initially to check the filling of the empty spaces and determine the bulk density. The PS showed a high lower heating value (LHV) (MJ/kg), but the lowest bulk density and consequently lower energy density, however it has the potential for compaction if there is a pretreatment process (crushing). The CNS and BCS showed values close to density and LHV, however the BCS showed better results of density, one of the factors that can explain is the greater homogeneity of the particles of the BCS. The three biomasses had potential for energy and application in the briquetting technique, where the values of energy density can be even higher. In terms of energy, it is very advantageous, as it will have a greater amount of mass in a smaller volume, and therefore more energy per volume, in addition to a uniform and consequent product that is easy to handle and transport.
KEYWORDS: Briquetting, Biomass, Density, Energy Potential.

INTRODUÇÃO

Briquetagem é uma técnica de compactação de matérias-primas, que eleva a densidade de um material e gera um produto de alta qualidade. Também conhecida como densificação pelo principio do processo, a briquetagem ocorre com uma pressão exercida em um material que vai aglomerar uma quantidade maior desse material em um volume menor, com uniformidade e homogeneidade de propriedades, como a umidade. A densificação é um processo de produção que preserva as propriedades físicas, químicas e térmicas da matéria-prima e ao mesmo tempo é uma técnica de fácil execução. O resultado, dependo do material a ser compactado pode atingir um aumento de densidade até 10 vezes maior do antes de ser compactada (Dias et. al., 2012; FELIPPETO, 2008).

Os principais produtos dessa técnica são os briquetes e pellets. As dimensões entre os dois produtos é a principal diferença, os briquetes têm, em média, diâmetros de 50 mm ou superiores, ao passo que os *pellets* são de menores diâmetros, situados na faixa de 6 a 16 mm (QUIRINI ET. AL., 2012).

As principais matérias-primas utilizadas pela briquetagem são biomassas residuais, normalmente matérias que seriam descartados. O processo consiste na aplicação de pressão sobre uma quantidade especifica de massa, com granulometrias das partículas heterogêneas (variando até 6 mm), umidade de biomassa e temperatura de compactação pré-definidas. Por isso, é necessário conhecer a biomassa para definir as condições de processo e as etapas de pré-tratamento que pode ser necessário (secagem, trituração, pressão a ser usada, etc.). Algumas matérias-primas utilizam de ligante para melhorar aglutinar as partículas (NONES, 2014).

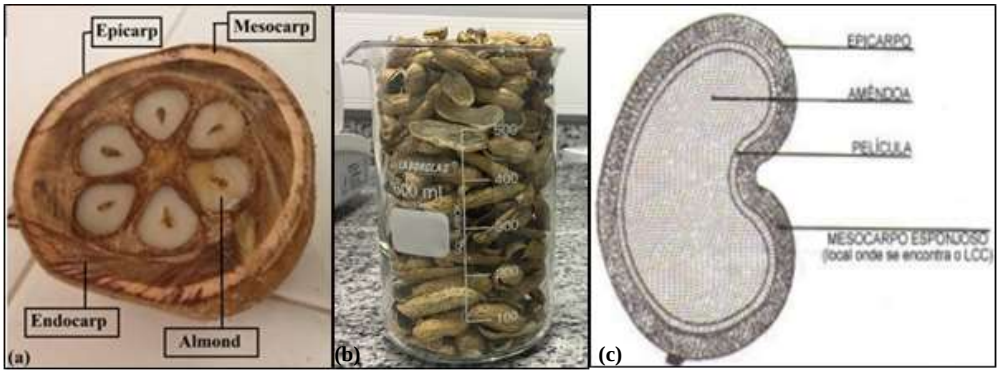
Em especial os resíduos agrícolas e agroindústrias são biomassas com grande uso e de grande potencial nessa técnica, por suas características próprias, como a lignina que pode ser utilizada como ligante de partículas no processo de compactação (PROTÁSIO, 2014).

Com isso, o objetivo desse trabalho é analisar o potencial para compactação e ganho energético da Casca de Amendoim (CA), Casca de Castanha de Caju (CCC) e Casca de Coco Babaçu (CCB), analisando a densidade a granel e densidade energética das três biomassas *in natura* e comparando-as.

MATERIAL E MÉTODOS

As biomassas residuais CCB (Figura 1a) e CCC (Figura 1c), ambas foram coletadas no município de Baturité, Ceará, Brasil. As CA (Figura 1b) foram obtidas com um pequeno produtor da região do Oeste Paulista. As amostras de CCC foram analisadas sem a presença do Líquido da Casca da Castanha de caju (LCC), e as CCB foram analisadas com às três partes constituintes (epicarpo, endocarpo e mesocarpo) e amendoins em sua forma integral, onde as cascas foram separadas manualmente dos grãos.

Figura 1. Biomassas agroindustriais utilizadas no estudo. (a) Casca de Coco Babaçu – CCB (b) Casca de Amendoim – CA e (c) Casca de Casca de Caju – CCC.



Fonte: Autores (2020)

O pré-tratamento da CCC iniciou-se com trituração, em liquidificador (ainda com o LCC). Posteriormente, as amostras passaram por procedimento de extração do LCC, secas e maceradas para homogeneização, a seguir acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em dessecador, com sílica

para retenção de umidade. A CCB foi triturada marca Trapp, modelo TR200, potência 1,5 cv, com rotação de 3,600 rpm, para redução do tamanho das partículas e homogeneizada em um moinho de facas do tipo Willey, marca Solab, modelo SL-31, sob rotação 1,750 rpm, com tela filtrante de 2 mm.

As analises experimentais foram realizadas em triplicata.

A densidade a granel foi baseada na norma ASTM E 873-82 - Standard Test Method for Bulk Density of Densified Particulate Biomass Fuels. Uma proveta de volume conhecido foi pesada e em seguida inseriu-se a massa de amostra, a qual foi acomodando-as para que ocupem o maior espaço. O valor de Densidade a granel (D_G) foi obtido então por diferença de massa inicial e final pelo quociente do volume da proveta.

Para determinar o Poder Calorífico Inferior (PCI) utilizou-se as frações elementares e fez-se correlação obtido por Ozyuguran et al. (2018), como apresenta a Equação 1:

$$PCI = - 5,5232 + 0,2373N + 0,4334C + 0,2360H + 0,3732S + 0,000838O \quad (1)$$

O percentual da composição elementar das amostras foi determinado em analisador elementar da marca Thermo Scientific, modelo Flash AE 1112. No equipamento determinou-se os teores de carbono (C), hidrogênio (H), nitrogênio (N) e enxofre (S), e o oxigênio (O) foi calculado por diferença com o teor de cinzas.

A densidade energética das biomassas foi determina pelo produto entre PCI e densidade a granel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão apresentados na Tabela 1 os dados de poder calorífico inferior em MJ/kg das amostras das três biomassas analisadas.

Tabela 1. Dados de caracterização da Casca de Amendoim (CA), Casca de Casca de Caju (CCC) e Casca de Coco Babaçu (CCB)

Biomassas	Poder Calorífico Inferior (MJ/kg)
CA	17,90
CCC	19,11
CCB	15,63

Fonte: Autores (2020)

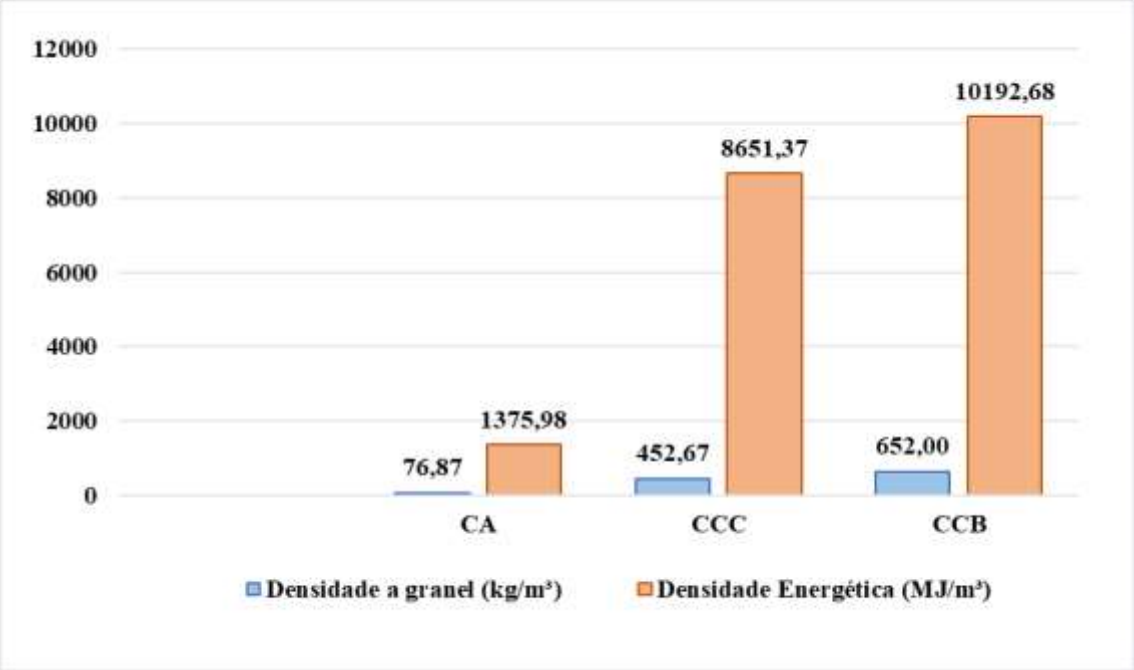
De acordo com a Tabela 1 as biomassas analisadas tiveram respostas próximas entre elas. Destaca-se a CCC com maior valor de PCI entre as biomassas, 19,11 MJ/kg; seguido da CA e a CCB apresenta o menor valor 15,63MJ/kg.

O PCI corresponde ao valor de calor completo liberado durante uma oxidação completa, logo não é considerado o valor gasto por evaporação de água, que ocorre no início da reação (VIANA et. al., 2012). Considerando essa afirmação, os valores obtidos para as biomassas analisadas, mesmo a CCB com menor resultado encontrado; possuem potencial de conversão energética para processos termoquímicos.

Os resultados obtidos podem ser ainda comparados a outras biomassas agroindustriais largamente utilizadas na cogeração no Brasil, como o bagaço de cana-de-açúcar e a casca de arroz, 17,34 MJ/kg (CAMARGO,2015) e 16,78 MJ/kg (VIEIRA, 2012), respectivamente.

Uma forma de aumentar o ganho energético com as biomassas é alocando uma maior quantidade de massa em um menor volume. Nesse sentindo fez-se a análise do potencial das biomassas na aplicação no processo de briquetagem analisando as densidades, que estão apresentadas em um gráfico na Figura 2.

Figura 2. Potencial de ganho energético pela compactação da Casca de Amendoim (CA), Casca de Casca de Caju (CCC) e Casca de Coco Babaçu (CCB)



Fonte: Autores (2020)

Pela Figura 2 observa-se que os valores de densidade a granel da CCB e CCC são bem superiores ao obtido pela CA. Isso deve-se especialmente pela condição da biomassa para análise. Para a densidade a granel a CA foi analisada *in natura*, o que indica que apesar da acomodação feita na proveta do ensaio ainda existe muitos espaços vazios. No entanto quando se tem uma diminuição de tamanhos de partículas esse valor seria maior, pela ocupação de mais espaços vazios, como foi o caso da CCC. A casca de castanha de caju passou por processo de trituração, fazendo com que a densidade a granel aumentasse em comparação com CA. No caso da CCB as partículas possuíam tamanhos pequenos e mais homogêneas, logo os espaços vazios dentro da vidraria diminuiu ainda mais em relação a CCC, aumentando o valor de densidade a granel. Então a diferença de densidade a granel vai depender também do processo de pré-tratamento da amostra, no entanto as biomassas estudadas apresentaram valores altos e compatíveis a possíveis aplicações no processo de briquetagem.

A densidade energética pelo método de resposta, sugere que quanto maior a densidade a granel e PCI, maior será o seu resultado. Com isso, observa-se que a CCB apesar de menor PCI que as demais amostras estudas resultou no maior valor de densidade energética. Potencial que pode ser aumentando em 10 vezes se submetido a compactação. O mesmo ocorreu com a CA e CCC, ambas tiveram altos valores de densidade energética com potencial de crescimento, especialmente a CA, pois para compactação o tamanho da partícula vai diminuir (podendo variar até 6 mm) e com isso pode haver ganho no valor de densidade a granel e consequentemente densidade a granel.

Analisando o bagaço de cana-de-açúcar com tamanhos de partículas de até 1,27 mm que apresenta densidade energética de 923,6MJ/m³ (CAMARGO, 2015). No estudo de Rodrigues (2018) o caroço de açaí em condições *in natura* possui densidade energética de 7283,7MJ/m³, com partículas homogeneizadas em tamanhos de até 1,18 mm possuí densidade energética de 9360,6MJ/m³. Após compactação a biomassa aumentou a densidade em cerca de 9000MJ/m³ a mais, obtendo 16835,46 MJ/m³. Nota-se o potencial de ganho energético que as biomassas analisadas podem obter com a densificação.

CONCLUSÃO

Com os resultados apresentados observou-se que a casca de amendoim, a casca de castanha de caju e a casca de coco babaçu mostraram-se com potencial energético em aplicação de processos termoquímicos.

Os dados de densidade a granel indicaram que a casca de coco babaçu e a casca de castanha de caju apresentam grande potencial de acomodação no processo de compactação. A casca de amendoim

apesar de resultados inferiores existe potencial de aumento na densidade quando aplicada o processo de pré-tratamento (trituração).

Pelos dados os valores de densidade podem ser ainda maiores se compactados. Na vertente energética, é muito vantajoso, pois terá uma maior quantidade de massa em um volume menor, e, portanto, mais energia por volume, além de um produto uniforme e consequente de fácil manuseio e transporte.

Contudo é importante conhecer mais características das biomassas para entender melhor as etapas de pré-tratamento necessárias e o verificar mais profundamente seu potencial energético.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Central Multiusuário da UFABC e a Capes.

REFERÊNCIAS

ASTM E873-1982 (2006); **Standard test method for bulk density of densified particulate biomass fuel.** ASTM International, West Conshohocken, PA, 1982.

CAMARGO, Júlia Maria de Oliveira. **Efeitodas Condições de Processamento nas Propriedades de Briquetes Produzidos com Bagaço e Resíduo de Limpeza a Seco aa Cana-de-Açúcar**. Dissertação (Mestrado em Energia), Universidade Federal do ABC, Santo André, 2015.

DIAS, José Manuel Cabral de Sousa et al. **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais.** Brasília: Embrapa Agroenergia, 2012. 132 p.

FILIPPETTO, Daniele. **Briquetagem de resíduos vegetais:** viabilidade técnicoeconômica e potencial de mercado. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento de Sistemas Energéticos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

NONES, Daniela Letícia. **Cadeia Produtiva de Pellets e Briquetes de Biomassa Residual para Geração de Energia em Santa Catarina.** 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

Ozyuguran, A.; Akturk, A.; Yaman, S. Optimal use of condensed parameters of ultimate analysis to predict the calorific value of biomass. Fuel, v. 214, p. 640-646, 2018.

PROTÁSIO, Thiago de Paula. **Biomassa Residual do Coco Babaçu:** Potencial de Uso Bioenergético nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. 2014. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

QUIRINO, W. F. et al. Densitometria de raios x na análise da qualidade de briquetes de resíduos de madeira, **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, 2012.

RODRIGUES, Deyvison Souza. **Densificação de caroços de açaí:** caracterização e efeito das condições de processamento. Dissertação (Mestrado em Energia) – Curso de Energia, Universidade Federal do ABC, 2018.121 p.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. **Eficiência Energética:** Fundamentos e Aplicações. Campinas: Elektro Eletricidade e Serviços S.a, 2012. 315 p.

VIEIRA, A.C. **Caracterização de biomassa proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia -** Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012.